

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ФИНАНСОВО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

Кафедра естествознания

Методическая разработка  
по дисциплине «**Концепции современного естествознания**»  
для проведения семинарских занятий, самостоятельной работы  
студентов заочного факультета и методические рекомендации к выполнению эк-  
заменационного задания

Казань 2009

Составители: к.т.н., доцент Мухаметгалеев Д.М.,  
к.т.н., доцент Двоеглазов Б.Ф.,  
к.х.н., доцент Сафина Л.Р.  
к.х.н., Косачева Э.М.

Рецензент д.т.н., профессор Азимов Ю.И.

Обсуждена на заседании кафедры естествознания 11.11.2008, протокол №3.

Контроль качества:

методист: доцент Пайгунова Ю.В.

ст. методист: доцент Калинина Т.Н.

начальник

отдел УККО: доцент Андреева Р.Н.

## **Введение**

Методическая разработка состоит из двух частей.

В части 1 приводятся задания для семинарских занятий и вопросы для самостоятельной работы. Эта часть включает:

1. *Вопросы для обсуждения*, которые определяют план проводимого семинарского занятия и обусловлены материалом, представленным в лекции и рекомендуемой литературе.
2. *Контрольные вопросы*, которые предназначены для детализации рассматриваемых проблем и выяснения степени усвоения материала.
3. *Практические задания*, которые предполагают решение всего объема заданий из указанного источника. Элементы этих заданий входят в состав графоаналитической задачи на экзамене по КСЕ.
4. *Вопросы для самостоятельной работы*, которые предусматривают изучение перечисленных вопросов самостоятельно при использовании Интернет ресурсов и дополнительной литературы. Материал, относящийся к этому разделу, включается в вопросы контрольных работ, экзаменационные тестовые задания.

В части 2 представлены рекомендации и пример выполнения экзаменационного расчетно-аналитического задания.

## **Часть 1. Семинарские занятия и самостоятельная работа**

### ***Тема 1. Эволюция научного метода и естественнонаучной картины мира (2 занятия)***

#### **Занятие 1**

##### *Вопросы для обсуждения*

1. Предмет и объект КСЕ.
2. Основные цели и задачи КСЕ.
3. Истоки и предмет спора двух ( естественнонаучной и гуманитарной ) культур.
4. Позитивизм и антипозитивизм в методологии науки.

##### *Контрольные вопросы*

1. Цели, которые преследует изучение КСЕ.
2. Содержание курса КСЕ.
3. Определение естествознания как науки.
4. Предмет и объект естествознания.
5. Тактические и стратегические цели естествознания.
6. Определение единой культуры и ее структура.
7. Причины появления позитивизма, его сущность и время появления.
8. Особенности современного позитивизма или неопозитивизма.

##### *Вопросы для самостоятельной работы*

1. Предметная область науки.
2. Определение и структура современной науки.
3. Ведущие фундаментальные концепции построения научного знания (систематика, самоорганизация, глобальный эволюционизм, историчность и всеобщие законы).
4. Основные признаки культуры и ее составных частей.

5. Истоки взаимосвязи и спора двух частей единой культуры.
6. Критерии различения гуманитарного и естественнонаучного знания.
7. Основные функции науки: объяснение, понимание и предсказание.
9. Сущность и критерии оценки научно-технического прогресса.
10. Место естествознания в системе наук и их взаимосвязи.
11. Особенности изучения курса КСЕ экономистами.
12. Этика науки и ее предмет.
13. Внешний и внутренний этос.
14. Основные принципы этоса.

## Занятие 2

### *Вопросы для обсуждения*

1. Уровни или стороны естествознания.
2. Методы естествознания.
3. Истина - предмет познания.
4. Принципы научного познания.
5. Периоды и этапы развития естествознания, их отличительные черты.
6. Закономерности и особенности естествознания.

### *Контрольные вопросы*

1. Основные источники знания.
2. Особенности научного знания.
3. Метод, способ организации и построения науки.
4. Общий ход развития естествознания.
5. Эмпирический, теоретический и производственно-прикладной уровни естествознания.
6. Функции уровней естествознания.
7. Общие, особенные и частные методы естествознания.

8. Критерии оценки методов естествознания.
9. Метод Р.Декарта для получения нового знания.
10. Принципы научного познания.
11. Интервал адекватности и неточности.
12. Характерные особенности каждого периода истории естествознания.
13. Научные революции в естествознании.
14. Закономерности и особенности естествознания и их влияние на познание природы.

*Вопросы для самостоятельной работы*

1. Схемы процесса познания.
2. Основные ступени познания от эмпирики до теории.
3. Цель естествознания.
4. Качество работы ученого и методы определения состоятельности научного знания.
5. Определение истины, ее содержание и форма.
6. Принципы верификации, фальсификации и рациональный стиль.
7. Рациональная и реальная картина мира. Познаваемость природы.
8. Взаимосвязь истории естествознания и человечества.
9. Крупнейшие научные центры в древнем мире и их достижения.
10. Определение физики, химии и биологии как наук о природе.
11. Основные периоды и этапы истории естествознания, физики, химии и биологии.
12. Развитие представлений о материи, движении, взаимодействии.
13. Фундаментальные и прикладные проблемы в естествознании.
14. Аспекты и структура естествознания.
15. Основные тенденции в эволюции научного знания.

16. Ценность науки, фундаментальные и прикладные проблемы естествознания.
17. Развитие представлений о материи: идеализм и материализм.
18. Развитие представлений о движении и взаимодействии.
19. Картины мира: естественнонаучная, механическая, электромагнитная, квантово-полевая.
20. Универсальность физических понятий и законов.
21. Преобразование детерминизма в вероятностный подход как отражение абстрагирования и идеализации.

#### *Рекомендуемая литература*

1. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учебное пособие.- М.: Высшее образование, 2007.- Гл.1-6.
2. Концепции современного естествознания: учебник для вузов/ Под редакцией В.Н.Лавриненко и др.- М.: ЮНИТИ, 2007. – Гл.1, 2.
3. Концепции современного естествознания: учебник для вузов/ Под редакцией Л.А.Михайлова.- СПб.: Питер, 2008.- Гл. 1.
4. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания: учебник для вузов.- М.: Альфа-М, 2005.- Введение, раздел 1.
5. Садохин А.П. Концепции современного естествознания: учебное пособие. -М.: ЭКСМО, 2005.- Гл. 1-3.
6. История развития естествознания: учебно-методическая разработка по курсу «КСЕ».- Казань: КФЭИ,2001.

## ***Тема 2. Пространство, время, симметрия. Структурные уровни и системная организация материи ( 2 занятия )***

### *Занятие 1*

#### *Вопросы для обсуждения*

1. Эволюция представлений о пространстве и времени.
2. Принципы симметрии, законы сохранения и теорема Э.Нетер.
3. Специальная (частная) теория относительности (СТО).
4. Общая теория относительности (ОТО).
5. Взаимосвязь структурных уровней организации материи.

#### *Практические задания*

- Решить все задачи классической механики, приведенные в [2,5].

#### *Контрольные вопросы*

1. Эволюция представлений о пространстве и времени( бесконечность пространства и вселенной, абсолютное и относительное время и пространство, пустота).
2. Принцип относительности и инерциальные системы отсчета
3. Симметрия и ее виды.
4. Принципы симметрии и законы сохранения.
5. Одновременность событий в специальной теории относительности (СТО).
6. Закон Эйнштейна – предпосылка объединения законов сохранения.
7. Дефект масс.
8. Пространство-время Минковского.
9. Кривизна пространства-времени, особенности мегамира как предпосылки создания ОТО (теории гравитации).
10. Гравитационные эффекты.



11. Особенность гравитации в ОТО.
12. Основные следствия ОТО.
13. Предсказания ОТО.
14. Понятие макромир, микромир, мегамир.
15. Модели атома.
16. Основы классической механики.
17. Представления о Вселенной, метagalактике.
18. Эволюция космологических моделей Вселенной.
19. Структурные уровни организации материи.

*Вопросы для самостоятельной работы*

1. Понятие материи, ее свойства, атрибуты и особое состояние.
2. Линейная геометрия Евклида.
3. Нелинейная геометрия и предпосылки ее возникновения.
4. Геометрия Лобачевского, Бояи, Гаусса, Римана.
5. Свойства пространства и времени.
6. Взаимосвязь пространство – времени и рождения вселенной.
7. Законы природы и инвариантность.
8. Особенности нерелятивистской (классической) и релятивистской механики.
9. Релятивистские эффекты.
10. Предпосылки к созданию теории относительности.
11. Разработка СТО и ее постулаты.
12. Преобразования Галилея и Лоренца при переходе между инерциальными системам отсчета (ИСО).
13. Свойства пространства и времени. Инвариантность.
14. Принципы относительности.

15. Релятивистские и гравитационные эффекты замедления времени и искривления пространства. Понятие материи и ее виды.
16. Эволюция концепции атомизма.
17. Открытия Авогадро, Дальтона, Перрена, Броуна.
18. Соотношения между категориями: вещество, молекула, атом, элементарная частица.
19. Основы системной организации материи – как способ преодоления кризиса познания на рубеже XIX –XX веков.
20. Микромир: атомистическая концепция строения, элементарные частицы и их свойства, классификация.
21. Макромир: классическая механика.
22. Мегамир: современные космологические модели Вселенной.
23. Развитие материи.
24. Особенности вещества и поля.
25. Структурные уровни вещества в микромире.

## Занятие 2

### *Вопросы для обсуждения*

1. Фундаментальные взаимодействия.
2. Химия как наука. Эволюция химических знаний.
3. Реакционная способность.
4. Закон сохранения энергии в химико-технологических системах (ХТС).
5. Применение всеобщих законов на примере химической формы движения. Практическая реализация законов химических превращений.

### *Практические задания*

- Решить все задачи гравитационного взаимодействия, приведенные в учебных пособиях [2,7].

- Решить все задачи электромагнитного взаимодействия, приведенные в учебных пособиях [2,7].
- Решить все задачи по расчету материального и теплового баланса химического процесса, приведенные в [2,9,10,11].

### *Контрольные вопросы*

1. Сущность одной из главных составляющих физической парадигмы.
2. Положения учения о взаимодействии.
3. Предпосылки открытия закона всемирного тяготения.
4. Гравитационные взаимодействия и его свойства.
5. Принципы дальнего действия и ближнего действия.
6. Электромагнитные взаимодействия и его свойства.
7. Определение химии как науки.
8. Вещество, элемент, молекула, атом и их структура.
9. Свойства веществ и факторы определяющие их.
10. Этапы развития химии.
11. Уровни химических знаний.
12. Учение о составе.
13. Основные положения атомно-молекулярного учения.
14. Структурная химия и положения теории химического строения.
15. Учение о химических процессах.
16. Эволюционная химия и ее особенности.
17. Химия экстремальных состояний.
18. Химическая связь и ее виды.
19. Методика решения задач по химическим процессам.

### *Вопросы для самостоятельной работы*

1. Гравитационные взаимодействия. Дальнее действие.

2. Электромагнитные взаимодействия. Близкодействие.
3. Ядерные сильные взаимодействия.
4. Ядерные слабые взаимодействия.
5. Г.Кавендиш и открытие закона Кулона, опыты Эрстеда, Фарадея, Ампера.
6. Элементарные частицы.
7. Сильные ядерные взаимодействия и опыты Резерфорда.
8. Свойства ядерных сильных взаимодействий.
9. Слабые ядерные взаимодействия и их свойства.
10. Существенные детали ядерных взаимодействий (Юкава).
11. Теории объединения, необходимость, преимущества и трудности.
12. Направленность химических реакций. Химическое равновесие.
13. Химические системы, превращения и процессы. Закон действия масс.
14. Энергетика химических процессов. Тепловой эффект реакции. Энтальпия вещества.
15. Закон действующих масс.
16. Направленность химических реакций.
17. Законы сохранения массы и энергии в химическом процессе.
18. Валентность и реакционная способность.
19. Основы химической кинетики.
20. Классификация химических реакций.
21. Энергия активации.

#### *Рекомендуемая литература*

1. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учебное пособие.- М.: Высшее образование, 2007.- Гл. 10, 11.
2. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания Практикум: учебное пособие.- М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998.-Ч.2, Гл. 3.

3. Концепции современного естествознания: учебник для вузов/ Под редакцией В.Н.Лавриненко и др.- М.: ЮНИТИ, 2007. – Гл. 5, 6.
4. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / Под редакцией Л.А.Михайлова.- СПб.: Питер, 2008.- Гл. 2, 3.
5. Материя и ее формы, движение, пространство и время/ учебно-методическая разработка по курсу «КСЕ».- Казань: КФЭИ, 1999.
6. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания: учебник для вузов.- М.: Альфа-М, 2005.- Раздел 2.
7. Садохин А.П. Концепции современного естествознания: учебное пособие.- М.: ЭКСМО, 2005.- Гл. 3-5.
8. Фундаментальные взаимодействия/ учебно-методическая разработка по курсу «КСЕ».- Казань: КФЭИ, 1998.
9. Анализ материальных и энергетических потоков в практических расчетах/ учебно-методическая разработка для выполнения индивидуальных работ по курсу "КСЕ".- Казань: КФЭИ, 1995.
10. Анализ химико-технологического производства продукта/ учебно-методическая разработка для выполнения индивидуальных работ по курсу "ЭОСТ".- Казань: КФЭИ, 1994.
11. Законы сохранения массы, материальные балансы и их реализация в химической технологии/ учебно-методическая разработка по курсу "КСЕ".- Казань: КФЭИ, 1996.

### ***Тема 3. Порядок и беспорядок в природе (2 занятия)***

#### ***Занятие 1***

##### ***Вопросы для обсуждения***

1. Эволюция представлений о строении атома. Постулаты Бора.
2. Теория поля. Дискретность и непрерывность.
3. Корпускулярно-волновой дуализм.

4. Принципы суперпозиции, причинности, соответствия и дополнительности.
5. Соотношение неопределенностей.

#### *Контрольные вопросы*

1. Причины изменения представлений о строении атома.
2. Гипотеза о корпускулярно-волновом дуализме микрочастиц.
3. Длина волны де Бройля.
4. Сущность принципов суперпозиции, неопределенностей, соответствия, дополнительности и причинности.
5. Роль и значение основных принципов в классической и квантовой теориях.
6. Влияние принципов квантовой теории на познание мира.
7. История открытия теории поля.
8. Поле и его определение.
9. Основные виды полей и их свойства.
10. Природа дискретного и непрерывного.

#### *Вопросы для самостоятельной работы*

1. Открытия и эксперименты Томсона, Резерфорда, Бора, Мозли, Бальмера, Франка и Герца, Гейзенберга, Шредингера и Планка.
2. Волновая теория Гюйгенса.
3. Опыты Дэвиссона и Джермера.
4. Волновые свойства макротел.
5. Общая черта законов природы: уравнений механики Ньютона, уравнений электродинамики Максвелла, уравнений Шредингера.
6. Вероятностный подход к описанию микрочастиц.
7. Взаимосвязь электрического и магнитного полей.

8. Уравнения Максвелла и преобразования Лоренца.
9. Сущность явлений лежащих в основе создания электронного микроскопа, различных томографов.
10. Преобразование вещества в поле и наоборот.
11. Корпускулярно-волновые свойства света.
12. Фотоэффект и его закономерности.
13. Квантовая теория света Эйнштейна.

## Занятие 2

### *Вопросы для обсуждения*

1. Энергия. Становление теории теплоты.
2. Принцип возрастания энтропии. Уравнение состояния.
3. Синергетика. Закономерности самоорганизации.
4. Классификация макроскопических процессов и их роль в природе, производстве.
5. Законы сохранения массы и энергии, их области применения.

### *Практические задания*

- Решить все задачи по термодинамике, приведенные в [3,8].
- Решить все задачи по материальному и тепловому балансу макроскопического процесса, приведенные в [9-10].

### *Контрольные вопросы*

1. Понятие энергии и энтропии. Определения.
2. Положения молекулярно-кинетического учения и отличительная особенность шкалы температур Кельвина.
3. Четыре закона (начала) термодинамики и хронология их открытия.
4. Сущность закона сохранения или преобразования энергии.

5. Сущность закона возрастания энтропии.
6. Тепловая теорема Нернста.
7. Самоорганизация и пути ее развития.
8. Синергетика в живых и неживых системах.
9. Основные свойства самоорганизующихся систем.
10. Точка бифуркаций, состояние сингулярности, аттрактор.
11. Требования, предъявляемые самоорганизующимся системам.
12. Инфляционная гипотеза развития Вселенной.
13. Типовые процессы в природе и производстве.
14. Энтальпия или теплосодержание.
15. Методика решения задач по типовым процессам.

*Вопросы для самостоятельной работы*

1. Основные положения молекулярно-кинетических представлений и начала термодинамики.
2. Порядок и беспорядок в природе. Хаос. Энтропия.
3. Историю возникновения понятий энергия и энтропия.
4. Становление теории теплоты.
5. Изобретение термометра, различные виды шкал температур.
6. Вещественная или теплородная теория теплоты.
7. Кинетическая или корпускулярная теория теплоты.
8. Опыты Б. Румфорда, Д.П.Джоуля.
9. Закон Ю.Майера.
10. Закон о степени нагретости тела.
11. Стрела времени или необратимость времени.
12. Демон Максвелла.
13. Динамические закономерности в природе.
14. Статистические закономерности в природе.



15. Проблема тепловой смерти Вселенной: флуктуационная гипотеза Больцмана.

16. Уравнения состояния идеального газа. Термодинамические параметры или свойства макросистем.

17. Основные виды термодинамических процессов.

18. Особенности процессов в изолированных и открытых системах.

19. Механические процессы и их механизмы.

20. Неоднородные системы и гидромеханические процессы. Уравнение неразрывности и уравнение Бернулли. Число Рейнольдса.

21. Процесс осаждения.

22. Способы распространения тепла.

23. Тепловые процессы. Уравнение теплопередачи. Виды передачи тепла. Виды теплообмена. Движущая сила теплообмена.

24. Теплопроводность и ее уравнение.

25. Конвекция и уравнение теплоотдачи Ньютона.

26. Излучение и уравнение Больцмана.

27. Температурная диаграмма и режимы течения теплоносителей.

28. Выпаривание.

29. Массообменные процессы и их уравнение: абсорбция, ректификация, сушка.

### *Рекомендуемая литература*

1. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учебное пособие.- М.: Высшее образование, 2007.- Гл. 7-12.

2. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания: учебник для вузов.- М.: ЮНИТИ, 1997.- Гл. 6-9.

3. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания Практикум: учебное пособие.- М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998.-Ч. 2, Гл. 3.

4. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / Под редакцией Л.А.Михайлова.- СПб.: Питер, 2008.- Гл. 3.
5. Рузавин Г.И. Концепции современного естествознания: учебник для вузов.- М.: ЮНИТИ, 1997. – Гл. 5-6.
6. Садохин А.П. Концепции современного естествознания: учебное пособие.- М.: ЭКСМО, 2005.- Гл. 3-5.
7. Синергетика/ учебно-методическое пособие по курсу "КСЕ".- Казань: КГФЭИ, 2008.
8. Элементы термодинамики. Хаос и порядок/ учебно-методическая разработка по курсу "КСЕ".- Казань: КФЭИ, 1999.
9. Законы сохранения массы и энергии, варианты комбинированных задач по материальным и тепловым балансам/ учебно-методическая разработка по курсу "КСЕ".- Казань: КФЭИ, 1998.
10. Законы сохранения в естествознании, материальные балансы и их реализация/ учебно-методическое пособие по курсу "КСЕ".- Казань: КФЭИ, 1999.

#### ***Тема 4. Эволюционное естествознание. Биосфера и человек (2 занятия)***

##### ***Занятие 1***

##### ***Вопросы для обсуждения***

1. Становление современной биологии.
2. Креационизм и происхождение жизни.
3. Биологический эволюционизм.
4. Принципы эволюции, воспроизводства и развития живых систем.
5. Многообразие живых организмов – основа организации и устойчивости биосферы.
6. Генетика и эволюция.

### *Практические задания*

- Решить задачи по генетике, приведенные в [4].

### *Контрольные вопросы*

1. Биология – как наука и ее структура.
2. Традиционная или натуралистическая биология.
3. Физико-химическая или молекулярная биология.
4. Основные методы исследования молекулярной биологии.
5. Основные проблемы биологии.
6. Основные положения и законы эволюции.
7. Два уровня эволюции (макро- и микро-) и ее принципы.
8. Изменчивость и ее виды.
9. Естественный отбор и его виды.
10. Система обмена веществ.
11. Система воспроизводства.
12. Первичная, вторичная, третичная структуры биополимеров.
13. Основные функции биополимеров.
14. Генные механизмы: транскрипция, трансляция и репликация.
15. Будущее генной инженерии.

### *Вопросы для самостоятельной работы*

1. Естественная и искусственная таксономии.
2. Основные направления биологических исследований.
3. Основные обобщения биологии.
4. Аксиомы биологии.
5. История развития эволюционных идей.
6. Предпосылки возникновения теории Дарвина.
7. Дарвинизм, основные положения и принципы. Виды антидарвинизма.

8. Синтетическая теория эволюции.
9. Система живой природы.
10. Сущность живого и неживого.
11. Гипотезы происхождения жизни.
12. Структурные уровни организации живого.
13. Этапы биохимической эволюции.
14. Структура белков и нуклеиновых кислот. Основные свойства – хиральность, комплементарность.

## Занятие 2

### *Вопросы для обсуждения*

1. Экосистемы и биосфера.
2. Человек в биосфере. Глобальный экологический кризис.
3. Космология.
4. «Тонкая подстройка» Вселенной. Антропный принцип.
5. Теория эволюции и механизм самоорганизации структур Вселенной.
6. Принципы универсального эволюционизма.
7. Путь к единой культуре.

### *Практические задания*

- Решить задачи по космологии ( уравнение Хаббла), приведенные в [8].

### *Контрольные вопросы*

1. Понятие биосферы и экосистемы.
2. Взаимосвязь элементов экосистемы.
3. Разнообразие биосферы и устойчивость экосистемы.
4. Взаимоотношения природы и общества.
5. Экология как наука о взаимодействии природы и общества

6. Пути решения экологических проблем.
7. Физиология и ее основы.
8. Управление физиологическими процессами.
9. Экологический кризис.
10. Понятие космологии.
11. Взаимосвязь элементов Вселенной.
12. Структура Вселенной и ее эволюция.
13. Сущность «Тонкой подстройки» Вселенной.
14. Сильный и слабый Антропные принципы.
15. «Черные дыры» Вселенной и их роль.

*Вопросы для самостоятельной работы*

1. Человек – биосфера – космос. Человек – феномен природы.
2. Биосфера и космические циклы: ноосфера, необратимость времени, самоорганизация в живой и неживой природе.
3. Человек как ступень развития вселенной, биосферы.
4. Гenezис человека
5. Разум, коллективная память – научная мысль.
6. Процесс цефализации.
7. Мозг человека и его основные отличия.
8. Память, эмоции, внимание, мышление, творчество.
9. Стадии решения поставленных задач или проблем.
10. Методы активации мышления.
11. Трансформация биосферы в ноосферу.
12. Законы биосферы и законы техносферы.
13. Географический детерминизм, русский космизм.
14. Учение о ноосфере.
15. Развитие теорий происхождения и эволюции Вселенной.

16. Математическая теория эволюции Вселенной.

17. Работы Гамова, Фридмана, Пензиаса, Вильсона, Хаббла о эволюции Вселенной.

18. Этапы и стадии эволюции Вселенной по гипотезе «Большого взрыва».

19. Рекомбинация и реликтовое излучение.

20. Расширение и красное смещение.

### *Рекомендуемая литература*

1. Биологические концепции в современном естествознании/ учебно-методическая разработка по курсу "КСЕ".- Казань: КФЭИ, 1999.

2. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учебное пособие.- М.: Высшее образование, 2007.- Гл. 14-16.

3. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания: учебник для вузов.- М.: ЮНИТИ, 1997.- Гл. 14-15.

4. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. Практикум: учебное пособие.- М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998.-Гл. 10-12.

5. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / Под редакцией Л.А.Михайлова.- СПб.: Питер, 2008.- Гл. 8, 9.

6. Рузавин Г.И. Концепции современного естествознания: учебник для вузов.- М.: ЮНИТИ, 1997. – Гл. 10-12.

7. Садохин А.П. Концепции современного естествознания: учебное пособие.- М.: ЭКСМО, 2005.- Гл. 7-9.

8. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. Практикум: учебное пособие.- М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998.-Гл. 10-12.

## **Часть 2. Методические рекомендации для выполнения экзаменационного расчетно-аналитического задания по теме: «Применение законов сохранения на примере физической или химической формы движения»**

Данная работа является расчетной, показывает способность студента применять полученные знания на практике и носит комплексный характер по всему курсу КСЕ. В основном это задачи по составлению материального и энергетического (теплового) баланса. Необходимые рекомендации по расчету и некоторые данные имеются в учебно-методических разработках, приведенных в списке литературы [Тема 3- 3,8,9].

При выполнении задания используется одна из предложенных методик решения.

I) Методика решения комбинированной задачи ( физическая форма движения ):

1. В соответствии с содержанием задачи составляется функциональная схема типового процесса (Приложение 1). При этом на схему наносятся все исходные данные задания;

2. Составляются уравнения материального и энергетического (теплового) баланса;

3. Отображается температурная диаграмма теплового процесса и определяется средняя движущая сила процесса – разность температур горячего и холодного теплоносителей (Приложение 2 ).

4. Рассчитываются массовые и тепловые потоки, и определяется поверхность теплообмена.

5. Определяется, если возможно, оптимальный вариант процесса теплообмена, т.е. вариант с наименьшей поверхностью теплообмена или с наибольшей движущей силой теплообмена.

6. В конце выполненной работы следует привести ответы на поставленные вопросы данной задачи, в той размерности, какая требуется;

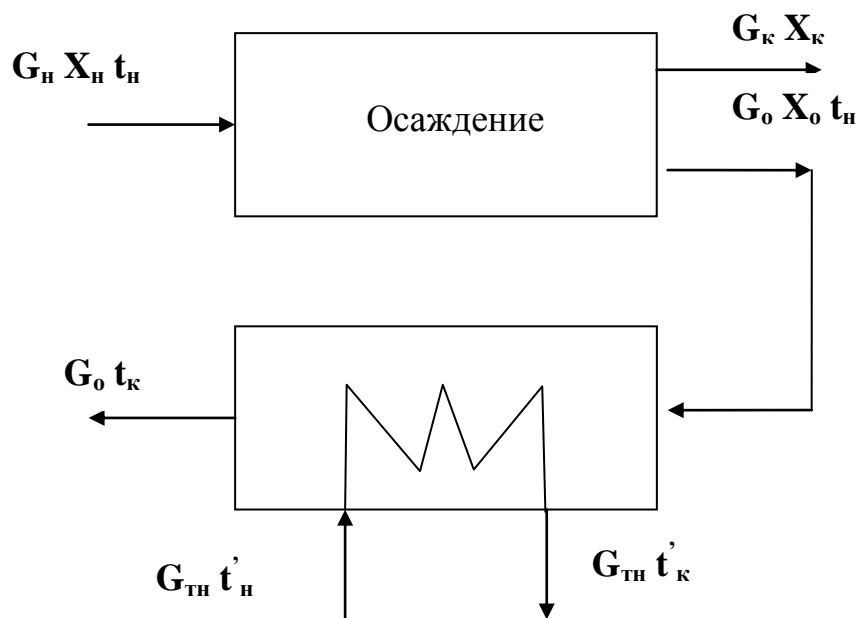
Пример решения задачи приводится далее.

**Задача:**

Исходная суспензия направляется в отстойник непрерывного действия. Концентрация твердой фазы в исходной суспензии –  $X_n$ , % ; в осветленной жидкости –  $X_0$ , % ; в сгущенной суспензии –  $X_k$ , % . Расход исходной суспензии –  $G_n$ , *т/час*. Осветленная жидкость нагревается от  $t_n$ ,  $^{\circ}\text{C}$  до  $t_k$ ,  $^{\circ}\text{C}$ . В качестве теплоносителя используется горячая вода с начальной температурой  $t'_n$ ,  $^{\circ}\text{C}$  и с конечной температурой  $t'_k$ ,  $^{\circ}\text{C}$ . Теплоемкость осветленной жидкости –  $C_1$ , *КДж / ( кг  $^{\circ}\text{C}$  )*; теплоемкость горячей воды -  $C_2$ , *КДж / ( кг  $^{\circ}\text{C}$  )*. Определить расход теплоносителя, *кг / час* и поверхность теплообмена  $S$ ,  $\text{м}^2$  для прямотока и противотока.

Вариант	$X_n$	$X_0$	$X_k$	$G_n$	$t_n$	$t_k$	$t'_n$	$t'_k$	$C_1$	$C_2$	$K$
2-1	14	2	32	5	10	80	95	30	5,0	4,5	0,75

**Решение:** Составляем структурную схему процесса.





Составляем уравнения материального и теплового баланса.

$$G_H = G_K + G_O$$

$$G_H X_H = G_K X_K + G_O X_O$$

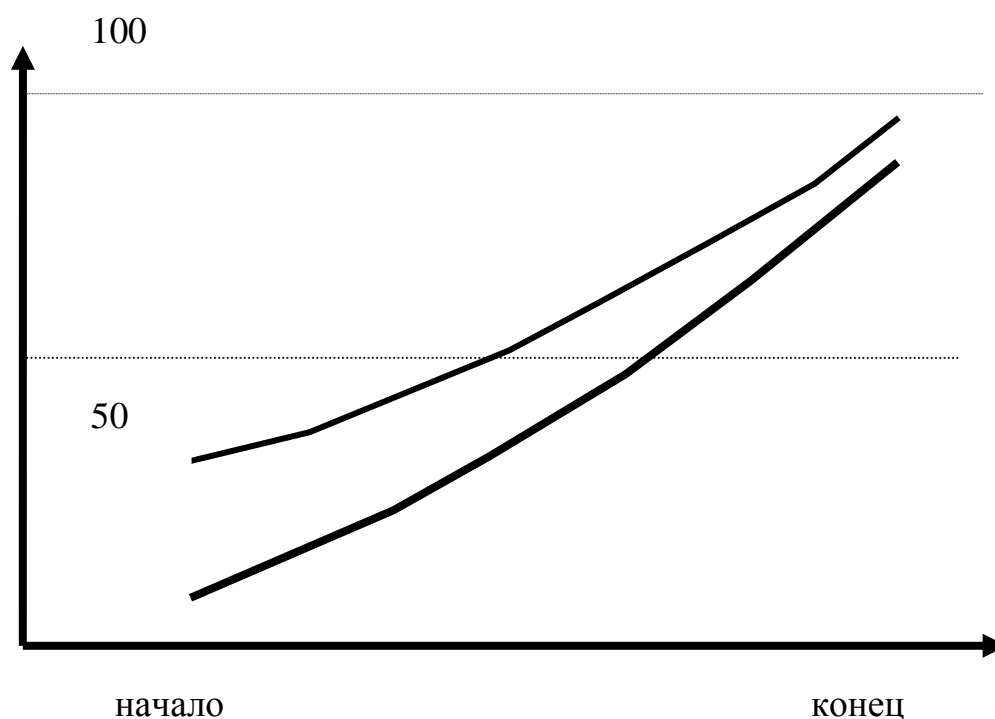
$$Q_x = G_O C_1 (t_K - t_H)$$

$$Q_r = G_{TH} C_2 (t'_H - t'_K)$$

$$Q_x = Q_r = Q$$

$$Q = K \Delta t_{cp} S$$

Рисуем температурную диаграмму процесса.



Возможен только один режим **противотока**. (оптимизация невозможна)

$$\Delta t_0 = t'_K - t_H = 30 - 10 = 20 ; \Delta t_M = t'_H - t_K = 95 - 80 = 15;$$

$$\Delta t_0 / \Delta t_M = 20 / 15 = 1.33 < 2; \text{ Следовательно } \Delta t_{cp} = 17.5.$$

Осуществляем расчеты:

$$5 = G_K + G_O$$

$$5 \cdot 14 = G_K \cdot 32 + G_O \cdot 2$$

Следовательно,  $G_o = 3$  т/час,  $G_k = 2$  т/час.

$$Q_x = G_o C_1 (t_k - t_n) = 3 \cdot 5 \cdot 70 / 3.6 = 291.7 \text{ кВт}$$

$$G_{тн} = Q_r / (C_2 (t'_n - t'_k)) = 291.7 / (4.5 \cdot 65) \cdot 3600 = 3600 \text{ кг/ час}$$

$$S = Q / (K \Delta t_{cp}) = 22.2 \text{ м}^2.$$

II) Методика решения комбинированной задачи (химическая форма движения) состоит из составления материального и теплового балансов:

Материальный баланс.

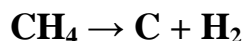
Если происходит химическое взаимодействие, выражаемое химическим уравнением, то материальный баланс можно составить, пользуясь правилом пропорций и, имея молекулярные массы участвующих веществ и продуктов реакции. Из таких химических уравнений можно определить расходы сырья, основных материалов или, наоборот, по расходу сырья вычислить расходы получаемых продуктов с учетом степени превращения, выхода продукта селективности.

Результаты расчетов сводятся в таблицу материального баланса в колонки прихода и расхода материалов (Приложение 3).

В приходной и расходной частях таблицы заполняются колонки в размерностях массового расхода (т/час, кг/с) и % (процентная доля) от всего количества реагентов, т.е. находится % каждой составляющей прихода (расхода) от всего прихода (расхода). Суммируя все эти проценты, мы должны получить в итоге 100%. Для газообразных продуктов рассчитываем объемные расходы, учитывая термодинамические параметры и уравнения состояния идеального газа.

Тепловой баланс предполагает расчет тепловых потоков реагентов и продуктов реакции, теплового эффекта реакции, тепловых потерь и необходимого количества теплоносителя для поддержания постоянных условий реакции. Рассчитанные величины вносятся в таблицу теплового баланса, а затем корректируется таблица материального баланса на величину используемого теплоносителя (Приложение 4). Пример решения приводится далее.

**Задача:** Составить материальный и тепловой балансы для химического процесса. Определить количество теплоносителя.



Расход метана = **100 м3 в секунду**.

Степень превращения = **60%**;

Потери сырья, водорода и тепла = **10%**;

Потери углерода = **2%**;

Температура сырья = **25 С**;

Температура реакции = **1450 С**;

Удельная теплота фазового перехода теплоносителя = **1000кдж/кг**.

Теплофизические характеристики:

Вещество	Энтальпия Образования	$C_p = a + b \cdot T + c/T^2$		
		a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$
Метан	-75	18	61	0
Углерод	0	17	4	0
Водород	0	27	3	0
	Кдж/моль	Дж/(моль град Кельвина)		



1. Определяем молярный объем для продуктов реакции:

$$V_m^t = V_m^0 \cdot T_r / T_0 = 22.4 \cdot 1723 / 298 = 129.5 \text{ дм}^3;$$

2. Определяем массовый расход метана:

$$G_{\text{мет}} = V_{\text{мет}} \cdot M_{\text{мет}} / V_m^0 = 100 \cdot 16 / 22.4 = 71.43 \text{ кг/с или } 257.14 \text{ тонн/час};$$

3. Определяем потери метана и расход метана, поданного в зону реакции:

$$G_{\text{потеримет}} = 0.1 \cdot 257.14 = 25.7 \text{ т/час};$$

$$G_{\text{реакмет}} = 257.14 - 25.7 = 231.4 \text{ т/час};$$

4. Определяем расход метана, подвергаемого пиролизу:

$$G_{\text{пирмет}} = 231.4 \cdot 60 / 100 = 138.8 \text{ тонн/час};$$

5. Определяем расход метана, не вступившего в реакцию:

$$G_{\text{невстмет}} = 231.4 - 138.8 = 92.6 \text{ тонн/час};$$

6. Определяем расход полученного углерода:

$$G_{\text{углерод}} = 138.8 * 12 / 16 = 104.1 \text{ тонн/час};$$

7. Определим потери графита:

$$G_{\text{потериуглерод}} = 0.02 * 104.1 = 2.08 \text{ тонн/час};$$

8. Определим расход оставшегося графита:

$$G_{\text{куглерод}} = 104.1 - 2.08 = 102.02 \text{ тонн/час};$$

9. Определяем расход водорода:

$$G_{\text{водород}} = 138.8 * 4 / 16 = 34.7 \text{ тонн/час};$$

10. Определяем потери водорода:

$$G_{\text{потериводород}} = 0.1 * 34.7 = 3.5 \text{ тонн/час};$$

11. Определяем расход оставшегося водорода:

$$G_{\text{кводород}} = 34.7 - 3.5 = 31.21 \text{ тонн/час};$$

Заполним таблицу материального баланса

Приход					Расход				
№	Вещество	G, т/час	V, м <sup>3</sup> /с	%	№	Вещество	G, т/час	V, м <sup>3</sup> /с	%
1	Метан	257.14	100	100	1	Углерод	102.02		39.7
					2	Водород	31.2	561.2	12.6
					3	Метан	92.6	208.9	36
						Потери			
					4	Метан	25.7	10	10
					5	Водород	3.5	63	0.9
					6	Углерод	2.08		0.81
	Итого:	257.14		100		Итого:	257.1		100

12. Определяем нормальный молярный тепловой эффект реакции:

$$1 * 0 + 2 * 0 - 1 * (-75) = 75 \text{ Кдж / пробег};$$

13. Определяем молярные и удельные теплоемкости сырья и продуктов:

$$C_{\text{CH}}^0 = 18 + 61 * 300 / 1000 =$$

$$36 \text{ дж/(моль*град)} = 2 \text{ Кдж / (кг*град)};$$

$$C_{\text{CH}}^t = 18 + 61 * 1700 / 1000 =$$

$$120 \text{ дж/(моль*град)} = 7 \text{ Кдж/(кг*град)};$$

$$C_C^t = 17 + 4 \cdot 1700 / 1000 = 24 = 2 ;$$

$$C_H^t = 27 + 3 \cdot 1700 / 1000 = 32 = 16 ;$$

14. Определяем изменение температуры:

$$1700 - 300 = 1400;$$

15. Определяем изменение теплоемкости:

$$1 \cdot 24 + 2 \cdot 32 - 1 \cdot 36 = 24 + 64 - 36 = +52 \text{ дж / (моль} \cdot \text{град)} ;$$

16. Определяем молярный тепловой эффект при температуре реакции:

$$75000 + 1400 \cdot 52 = 150 \text{ Кдж / пробег}; - \text{ Реакция эндотермическая.}$$

17. Определяем химический эквивалент реакции:

$$Q_{xp} = 150 \cdot 28.34 / 12 = 354 \text{ Мвт};$$

18. Определим энтальпии (теплосодержание) сырья и продуктов:

$$257.14 \cdot 2 \cdot 300 / 3.6 = 43 \text{ Мвт};$$

$$92.6 \cdot 7 \cdot 1700 / 3.6 = 306 \text{ Мвт};$$

$$102.02 \cdot 2 \cdot 1700 / 3.6 = 96 \text{ Мвт};$$

$$31.2 \cdot 16 \cdot 1700 / 3.6 = 236 \text{ Мвт};$$

$$25.7 \cdot 2 \cdot 300 / 3.6 = 4.3 \text{ Мвт};$$

$$2.08 \cdot 2 \cdot 1700 / 3.6 = 2 \text{ Мвт};$$

$$3.5 \cdot 16 \cdot 1700 / 3.6 = 26 \text{ Мвт.}$$

Заполним таблицу теплового баланса

Приход				Расход			
№	Вещество	Теплота, Мвт	%	№	Вещество	Теплота, Мвт	%
1	Метан	43	4	1	Углерод	96	8.5
				2	Водород	236	21
				3	Метан	306	27
					Потери		
				4	Метан	4.3	0.4
				5	Водород	26	2.3
				6	Углерод	2	0.2
				7	Хим.эквив.	354	31
				8	Теплов.пот.	102	9
2	Теплоноситель	1083	96				
	Итого:	1126	100		Итого:	1126	100

19. Определим массовый расход теплоносителя:

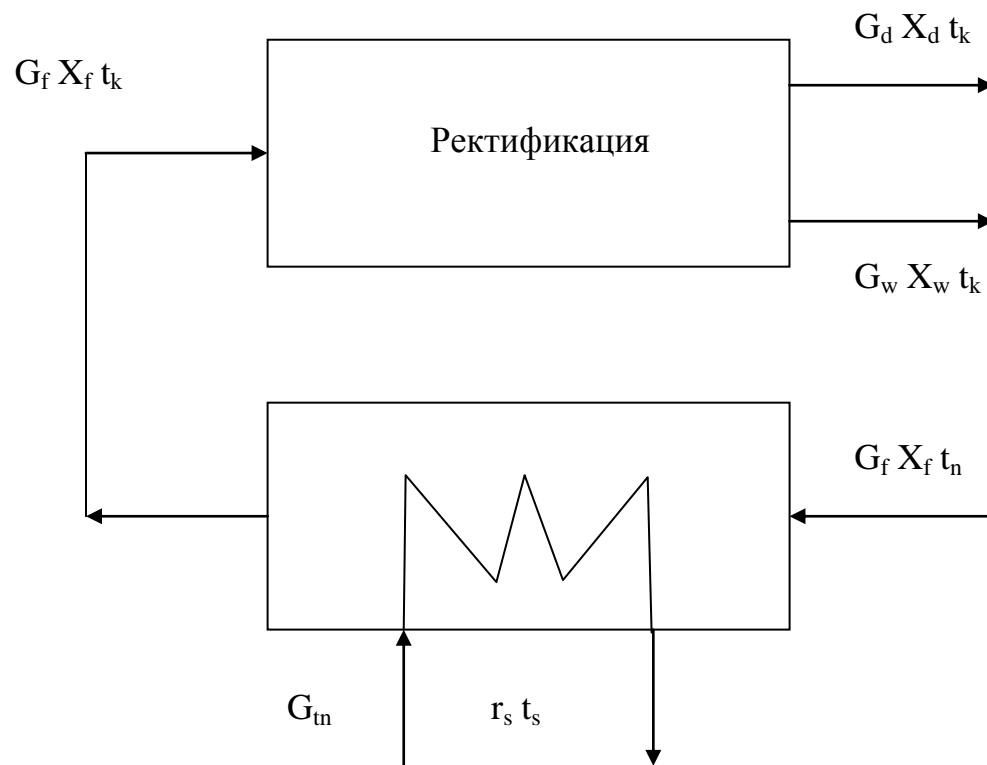
$$Q_{\text{TH}} = G_{\text{TH}} \cdot r_s$$

$$G_{\text{TH}} = Q_{\text{TH}} / r_s = 1083 \text{ МВт} / 1000 \text{ КДж/кг}$$

$$1083 \text{ кг / с} = 3900 \text{ тонн в час.}$$

20 . Скорректируем таблицу материального баланса:

Приход					Расход				
№	Вещество	G т/час	V м <sup>3</sup> /с	%	№	Вещество	G т/час	V м <sup>3</sup> /с	%
1	Метан	257.14	100	6	1	Углерод	102.02		2
					2	Водород	31.2	561.2	1
					3	Метан	92.6	208.9	2
						Потери			
					4	Метан	25.7	10	1
					5	Водород	3.5	63	0.1
					6	Углерод	2.08		0.1
2	Теплоноситель Газ	3900		94	7	Теплоноситель Жидкость	3900		94
	Итого:	257.14		100		Итого:	257.1		100



*Пример оформления структурной схемы*

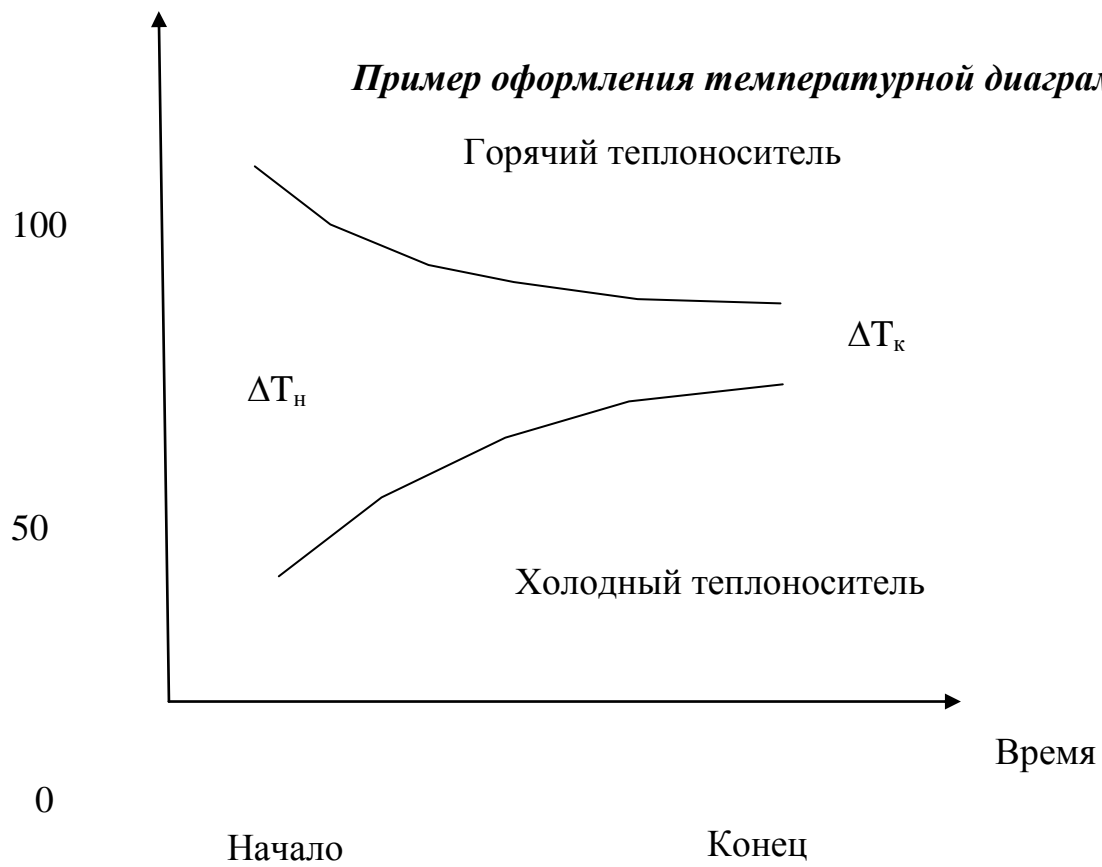
***Пример оформления температурной диаграммы***



Таблица материального баланса

<i>Приход</i>					<i>Расход</i>				
№	Веще- ство	Масса т/час	Объем м <sup>3</sup> /час	%	№	Вещество	Масса т/час	Объем м <sup>3</sup> /час	%
1	А(газ)	100	300	67	1	С	30		20
2	В	50		33	2	Д(газ)	100	100	67
					3	В	10		6
					4	Потери А	10	50	7
	<b>Итого:</b>	<b>150</b>		<b>100</b>		<b>Итого:</b>	<b>150</b>		<b>100</b>

Таблица теплового баланса

<i>Приход</i>				<i>Расход</i>			
№	Вещество	Теплота Мвт	%	№	Вещество	Теплота Мвт	%
1	А	10	3	1	С	100	33
2	В	20	7	2	Д	50	17
				3	В	10	4
				4	Потери А	10	3
				5	Q <sub>хр</sub>	100	33
				6	Потери тепла	30	10
3	Теплоноситель	270	90				
	<b>Итого:</b>	<b>300</b>	<b>100</b>		<b>Итого:</b>	<b>300</b>	<b>100</b>